2021 年第 04 期　总第 4 期　　6-YY-JN-2021-04

光伏发电领跑基地运行监测月报

济宁光伏发电应用领跑基地

2021 年 6 月

济宁市能源局

目　录

一、基地概况 1
二、基地总体运行简况 4
三、项目运行情况 4
四、运行指标监测情况 8
五、总体评价 15
六、重大事件 16
附件：月报数据说明 17

一、基地概况

山东济宁国家先进光伏技术“领跑者”基地（以下简称济宁基地）是我国第二批光伏领跑基地之一。济宁基地于2016年5月获得国家能源局批复，2016年12月开工建设，2017年9月并网。济宁基地建设规模50万千瓦，包括2个10万千瓦、1个8万千瓦和4个5万千瓦的单体项目。

为提升光伏行业信息化管理水平，完善光伏发电运行信息监测体系，加强领跑基地先进技术产品、项目运行监测监督，科学评价项目实际建设运行效果，确保实现“领跑者”计划提出的技术进步、产业升级目标，济宁基地建立了光伏发电领跑基地综合技术监测平台，并同步建设了先进技术微型实证平台。综合技术监测平台由中国水利水电建设工程咨询有限公司负责建设，监测内容包括基地所有项目的光伏组件、汇流箱、逆变器、变压器等关键设备实时运行数据，发电出力、发电量、利用小时数等全站运行数据以及全站能效比；先进技术微型实证平台由杭州新世纪电子科技有限公司负责建设，监测内容包括基地内所用共13种类型的光伏组件运行衰减性能、转换效率、多种逆变器效率以及中长期发电性能等。

按照国家能源局要求，在济宁市国家生态文明先行示范区光伏基地项目领导组办公室(以下简称“基地办”)组织下，基于综合技术监测平台和先进技术微型实证平台的监测数

据，特编制济宁光伏发电应用领跑基地运行监测月报，以及时反映基地项目运行情况，为优化基地管理奠定基础。

济宁基地采用多种技术综合示范以保障基地示范效果，7 个项目选用多种型号高效组件提高能源利用效率，对多种类型组件与逆变器进行优化设计组合提高能效比，通过跟踪支架等多种调节方式提高发电量。各项目主要设备情况统计见表 1。

表 1　济宁基地各项目主要设备统计

单位：MW

		项目名称							容量合计
		三峡新能源	北控	协鑫	阳光电源	华电	华能	晶科	
并网容量		50.00188	50.038	50.0676	49.9938	100.5711	80	100.0121	**480.6845**
组件类型及容量	单晶	29.99824	50.038	0	9.3312	100.5711	80	100	**369.9506**
	多晶	20.00364	0	50.0676	0	0	0	0	**70.07124**
	黑硅	0	0	0	40.6626	0	0	0	**40.6626**
逆变器类型及容量	集中	0	50	0	49.9938	0	0	50.16888	**150.16268**
	集散	34	0	0	0	0	0	0	**34.0000**
	组串	10.35		50.0676	0	91.6275	80	49.8432	**281.8883**
支架类型及容量	固定	37.2	45	37.25568	0	40.898	43.54	0	**203.89368**
	固定可调	0	0		0	0	0	0	**0**
	斜单轴	0	0	0.8736	0	0	0	0	**0.8736**
	平单轴	1	5	0.8064	0	59.6731	4.98	0	**71.4595**
	漂浮式	11.8	0	11.132	49.9938	0	31.54	100.01208	**204.47788**

数据来源：济宁基地各项目业主提供数据。

济宁基地共安装单晶组件 36.99 万千瓦，多晶组件 7.01 万千瓦，黑硅组件 4.07 万千瓦。组件供应商共计 9 家，其中乐叶组件安装容量占基地总容量的 27.24%，排名第一；协鑫组件安装容量占基地总容量的 20.75%，排名第二；其它组件

供应商包括晶澳、阿特斯、正信、天合、晶科、无锡尚德、腾辉等。

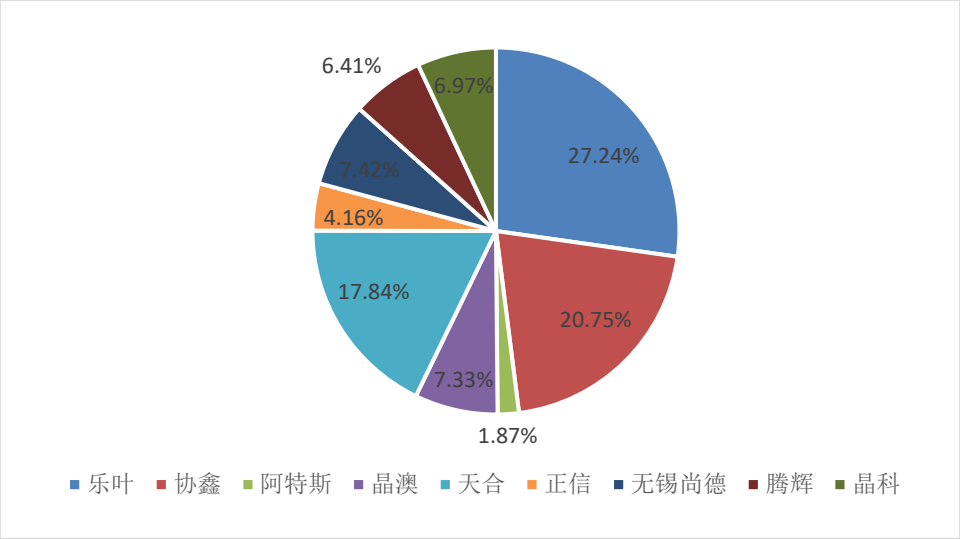

图 1　组件厂商组件安装容量份额

数据来源：济宁基地各项目业主提供数据。

根据各项目业主提供数据和项目实际安装容量，统计济宁基地各项目的安装容量和使用组件类型情况，详见表 2 和表 3。

表 2　济宁光伏领跑基地容量统计

序号	项目名称	备案容量（MW）	组件安装容量（MW）		超装容量（MW）		超装率		逆变器安装容量（MW）
			企业上报	现场清点	企业上报	现场清点	企业上报	现场清点	
1	三峡新能源	50	50.00188	待清点	0	0.00%	待清点	44.35	50
2	北控	50	50.038	待清点	0.038	待清点	0.08%	待清点	50
3	协鑫	50	50.0676	待清点	0.0676	待清点	0.14%	待清点	50.06768
4	阳光电源	50	49.9938	待清点	0	待清点	0.00%	待清点	49.9938
5	华电	100	100.5711	待清点	0.5711	待清点	0.57%	待清点	91.6275
6	华能	80	80	待清点	0	待清点	0.00%	待清点	80.06
7	晶科	100	100.0121	待清点	0	待清点	0.00%	待清点	100.01208
合计		**480**	**480.6845**	**待清点**	**0.6767**	**待清点**	**0.79%**	**待清点**	**466.111106**

表 3　项目组件类型统计

项目名称	组件厂家	组件型号	型号编号	单晶/多晶	标称功率（W）	安装容量（MW）
三峡	晶澳	JAP60S01-275/SC	B1	多晶	275	11.9262
		JAP60S01-280/SC	B2	多晶	280	8.07744
新能源	乐叶	LR6-60PE-300M	A1	单晶	300	16.0146
		R6-60PE-305M	A2	单晶	305	13.98364
北控	乐叶	LR6-60PE-295M	A3	单晶	295	50.038
协鑫	协鑫	GCL-P6/60GW275	B4	多晶	275	11.132
	协鑫	GCL-P6/60H280	B5	多晶	280	38.9356
阳光电源	阿特斯	CS6K-275W-PG	C1	黑硅	275	8.976
	晶澳	JAM60D00-300/PR	A4	单晶	300	9.3312
	天合	Trinasolar	C2	黑硅	275	25.773
	晶澳	JAP60D00-275/SC	C3	黑硅	275	5.9136
华电	乐叶	LR-72PE-360/ LR-72PH-360	A5	单晶	360	30.901
	乐叶	LR6-72PE-365	A6	单晶	365	20.0107
	协鑫	GCL-M6/72G-350W	A7	单晶	350	38.555
	协鑫	GCL-M6/72G-355W	A8	单晶	355	11.1044
华能	正信	ZXM6-60-290M	A9	单晶	290	20
	天合	TSM-295DD05A(Ⅱ)	A10	单晶	295	60
晶科	晶科	JKM295M-60	A11	单晶	295	33.51731
	无锡尚德	STP295S-20	A12	单晶	295	35.67494
	腾辉	TP660M-295	A13	单晶	295	30.81983
合计						**480.6845**

根据国家能源局要求，国家可再生能源信息管理中心正组织开展济宁基地容量现场核查工作，各项目实际装机容量将根据核查进度及时进行发布。在核查结果发布前，本报告中发电小时数、组件转换效率等各项指标数据按照各项目业主提供的容量进行统计计算。

二、基地总体运行简况

基地太阳能资源:本月济宁基地白天平均温度为36.4℃，

各项目平均斜面辐射量约为 156kWh/m^2，环比降低 12.62%。

基地发电量:本月济宁基地总发电量为 6115 万千瓦时，环比降低 14.09%；平均满负荷利用小时数为 127 小时。

弃光情况: 本月济宁基地各项目无弃光。

效率监测: 本月济宁基地单晶组件运行监测效率均值为 17.51%，名义衰减率均值为 4.15%；单晶组件实证监测效率均值为 17.39%，名义衰减率均值为 4.20%。多晶组件运行监测效率均值为 16.35%，名义衰减率均值为 3.77%；多晶组件实证监测效率均值为 16.18%，名义衰减率均值为 3.51%。黑硅组件运行监测效率均值为 16.06%，名义衰减率均值为 3.54%；黑硅组件实证监测效率均值为 16.20%，名义衰减率均值为 3.12%。逆变器最高转换效率均≥99%。各项目能效比实测均值为 81.52%，2021 年累计能效比实测均值为 78.66%。

三、项目运行情况

太阳能资源: 本月济宁基地白天（上午 10 点至下午 15 点）平均温度为 36.4℃。基地各项目平均斜面辐射量为 156kWh/m^2，环比降低 12.62%。斜面辐射量最高的项目是**晶科**，辐射量为 164kWh/m^2。本月各项目斜面辐射量较上月均有所降低，降幅最大的是**华能**，环比降低 13.50%。

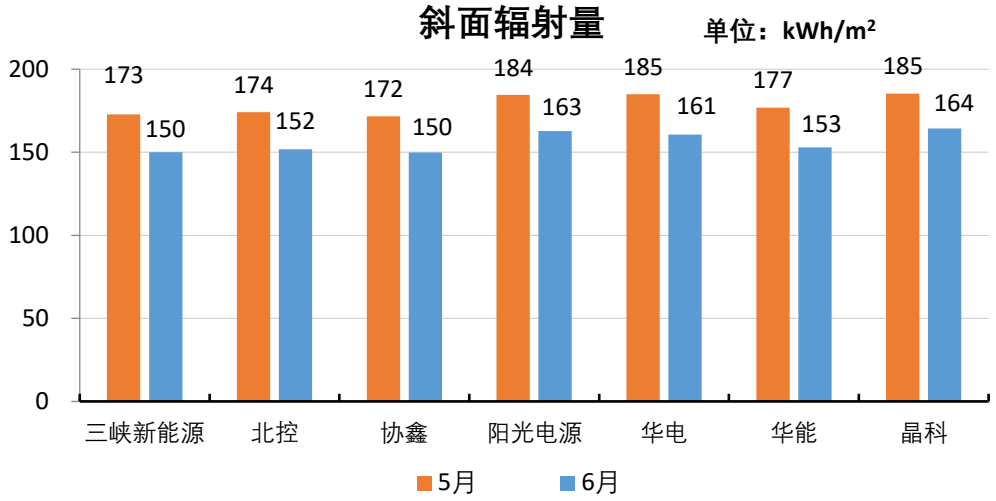

图 2　济宁基地各项目月斜面辐射量

数据来源：济宁领跑基地综合技术监测平台

基地项目发电量：本月济宁基地总发电量为 6115 万千瓦时，较上月总发电量减少约 1003 万千瓦时，环比减少 14.09%。基地 2021 年累计总发电量为 3.18 亿千瓦时。单体项目当月发电量较上月均有所降低，其中降幅最大的项目是**华电**，环比降低为 17.86%，详见表 4。

表 4　济宁基地各项目 6 月发电量统计

项目名称	项目容量（MW)	发电量（万 kWh）		
		上月	本月	环比
三峡新能源	50.00188	680	571	-16.07%
北控	50.038	748	641	-14.30%
协鑫	50.0676	717	602	-16.03%
阳光电源	49.9938	734	655	-10.83%
华电	100.5711	1723	1415	-17.86%
华能	80	1148	1009	-12.10%
晶科	100.01208	1367	1222	-10.64%

项目名称	项目容量（MW)	发电量（万 kWh）		
		上月	本月	环比
合计	**480.6845**	**7118**	**7118**	**-14.09%**

数据来源：济宁领跑基地综合技术监测平台

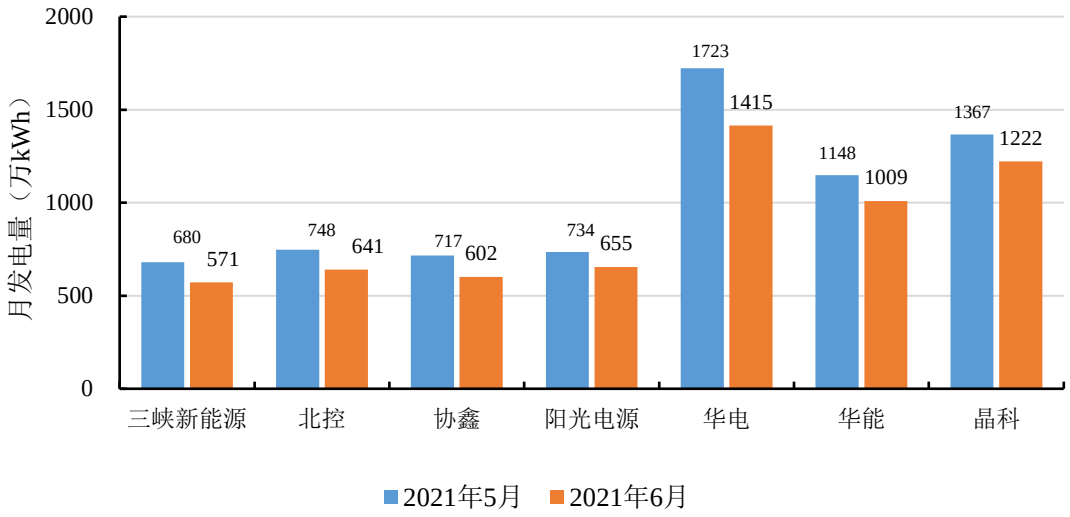

图 3　济宁基地各项目月发电量

项目满负荷利用小时数：本月按照各项目上报的实际安装容量测算，济宁基地平均满负荷利用小时数约为 127 小时。其中，**华电**的利用小时数水平最高，达 141 小时。其余项目中**北控**（128 小时）、阳光电源（131 小时）高于平均满负荷利用小时数。

截至 2021 年 6 月，年平均满负荷利用小时数为 662 小时，**华电**利用小时数最高（752 小时），其他累计小时数超过平均水平的项目有**北控**（719 小时）、**协鑫**（668 小时）。

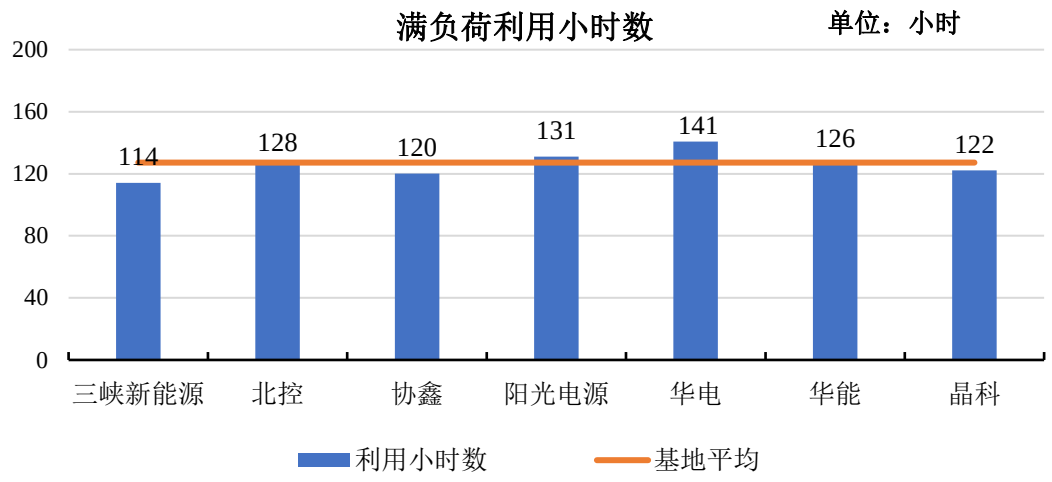

图 5 济宁基地各项目满负荷利用小时数

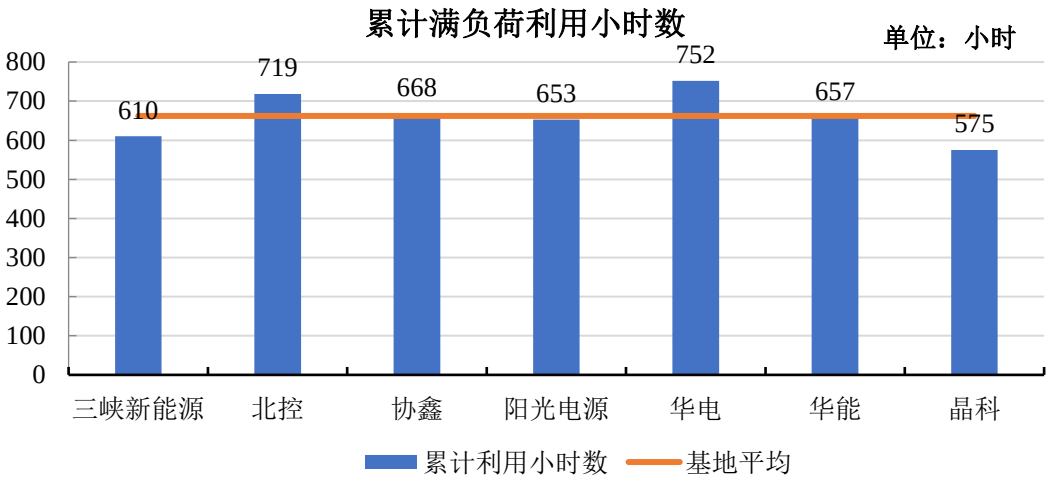

图 6 济宁基地各项目当年累计满负荷利用小时数

数据来源：济宁领跑基地综合技术监测平台

四、运行指标监测情况

根据济宁基地招标文件规定，基地所用光伏组件，多晶组件转换效率不低于16.5%，单晶组件转换效率不低于17.0%。衰减率应满足首年不超过2.5%（多晶）、3.0%（单晶），之后每年衰减率不高于0.7%。考虑到济宁基地并网运行进入第三年，因此单晶组件衰减率应不超过4.4%，多晶组件衰减率应不超过3.9%。

不进行温度修正的情况下，与实验室标准测试条件下的组件衰减率检测结果相比，实际工况下组件名义衰减率与实验室标准测试条件下的组件衰减率检测结果存在差异。济宁基地组件主要指标监测结果详见表 5。

表 5　济宁基地光伏发电组件主要指标监测结果

组件厂商	组件编号	项目名称	组件功率（W）标称功率	组件转换效率			组件衰减率		
				标称效率	项目运行监测名义转换效率	实证监测名义转换效率	项目运行监测名义衰减率	项目实证监测名义衰减率	第 3 年衰减率要求
一、单晶									
乐叶	A1	三峡新能源	300	18.30%	17.50%	17.49%	4.61%	4.67%	≤4.4%
乐叶	A2	三峡新能源	305	18.70%	17.92%	--	3.94%	--	≤4.4%
乐叶	A3	北控	295	17.78%	17.35%	17.18%	3.82%	4.79%	≤4.4%
晶澳	A4	阳光电源	300	18.20%	17.36%	17.48%	4.81%	4.17%	≤4.4%
乐叶	A5	华电	360	18.60%	17.79%	17.68%	4.24%	4.81%	≤4.4%
乐叶	A6	华电	365	18.60%	18.09%	--	3.91%	--	≤4.4%
协鑫	A7	华电	350	17.69%	17.20%	17.20%	4.07%	4.05%	
协鑫	A8	华电	355	17.87%	17.43%	--	4.17%	--	≤4.4%
正信	A9	华能	290	18.00%	16.99%	17.07%	4.12%	4.26%	≤4.4%
天合	A10	华能	295	18.00%	17.29%	17.39%	4.08%	3.54%	≤4.4%
正信	A11	晶科	305	18.02%	17.90%	17.24%	3.96%	4.34%	≤4.4%
无锡尚德	A12	晶科	300	18.00%	17.50%	17.75%	4.50%	3.14%	≤4.4%
腾辉	A13	晶科	295	17.00%	17.36%	--	3.66%	--	
平均				**18.06%**	**17.51%**	**17.39%**	**4.15%**	**4.20%**	≤4.4%
晶澳	B1	三峡新能源	275	16.82%	16.18%	16.23%	3.79%	3.50%	≤3.9%
晶澳	B2	三峡新能源	280	17.12%	16.48%	--	3.76%	--	≤3.9%
协鑫	B3	协鑫	275	16.70%	16.20%	15.73%	3.58%	3.68%	≤3.9%
协鑫	B4	协鑫	280	17.20%	16.53%	16.59%	3.94%	3.35%	≤3.9%
平均				**16.96%**	**16.35%**	**16.18%**	**3.77%**	**3.51%**	≤3.9%
阿特斯	C1	阳光电源	275	16.72%	16.05%	16.20%	3.12%	3.12%	≤3.9%
天合	C2	阳光电源	275	16.70%	15.95%	--	3.73%	--	≤3.9%
晶澳	C3	阳光电源	275	16.68%	16.19%	--	3.76%	--	≤3.9%
平均				**16.70%**	**16.06%**	**16.20%**	**3.54%**	**3.12%**	≤3.9%

济宁基地各组件型号效率、衰减率指标监测结果对比如图 7-图 10 所示。

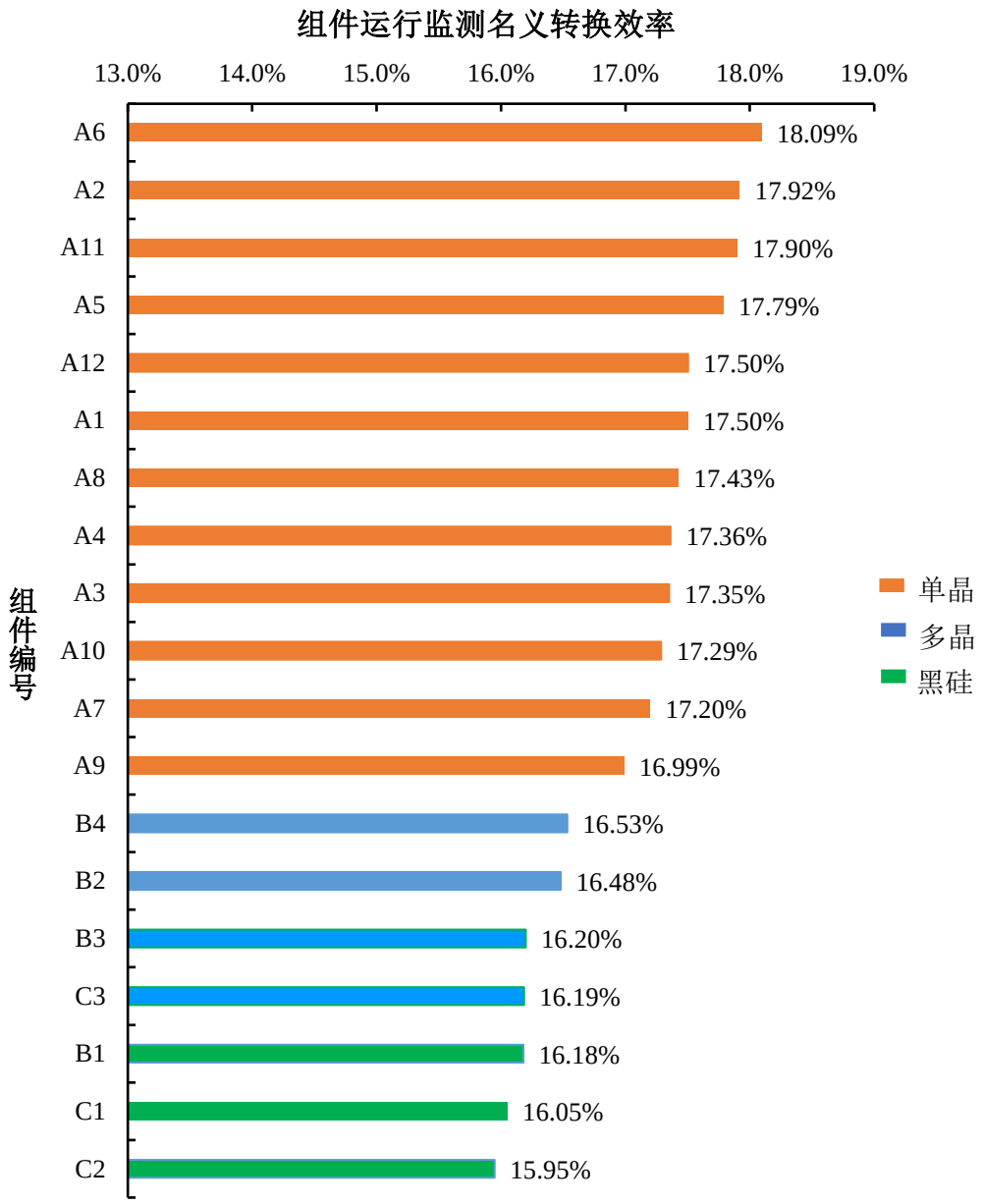

图 7　济宁基地组件项目运行监测名义转换效率

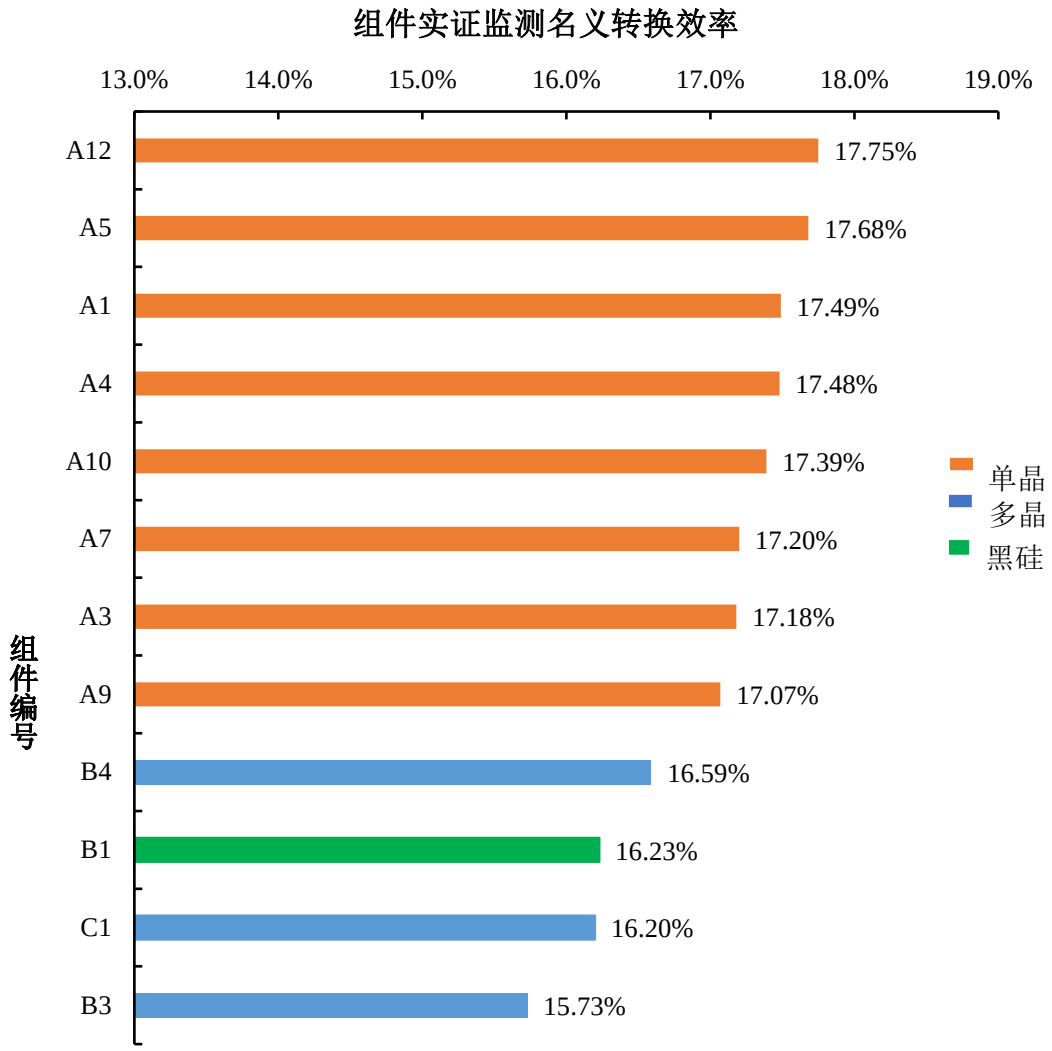

图 8　济宁基地组件实证监测名义转换效率

注：数据源自实证监测平台组件名义转换效率测算结果。

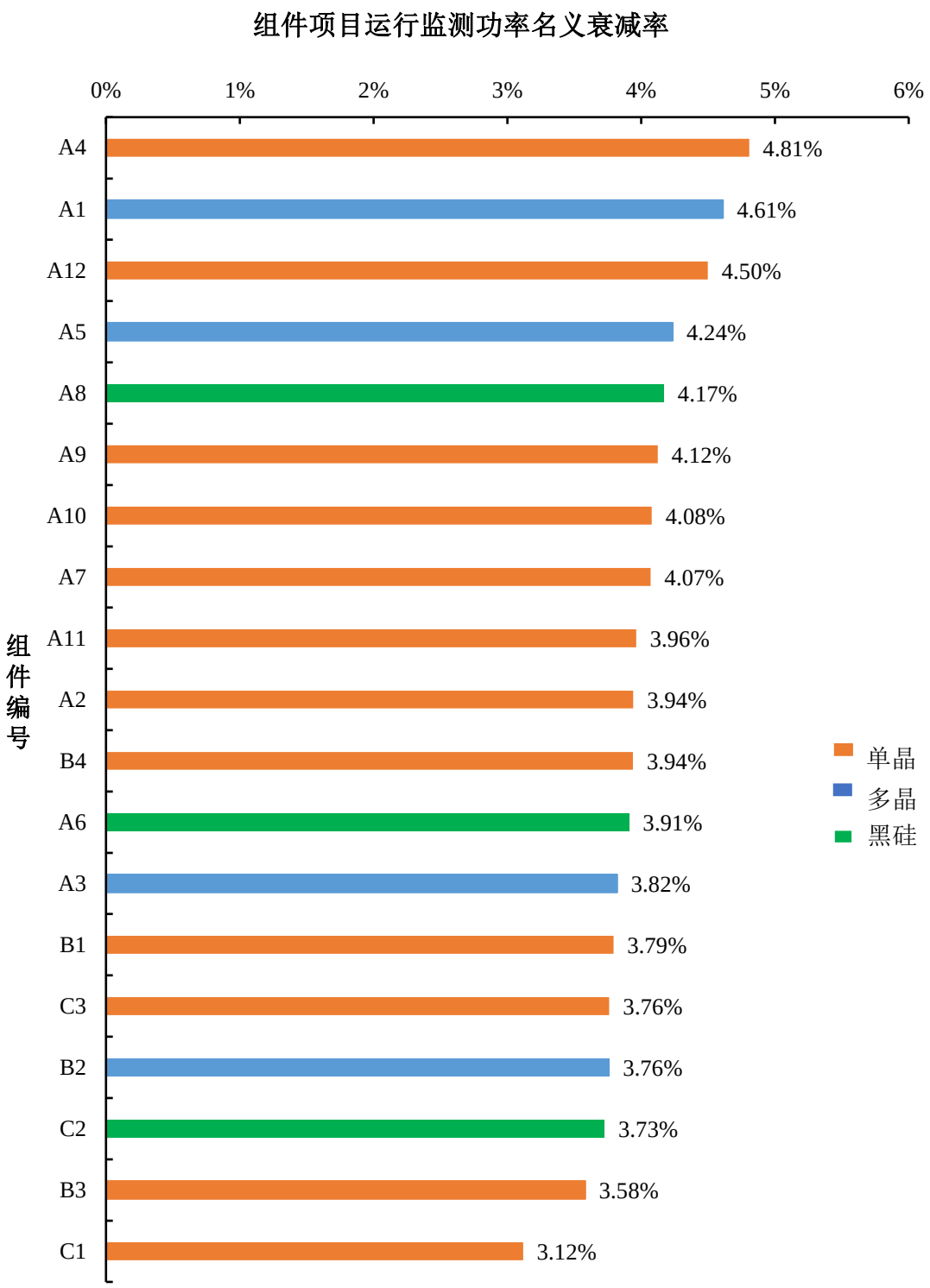

图 9　济宁基地组件项目运行监测功率名义衰减率

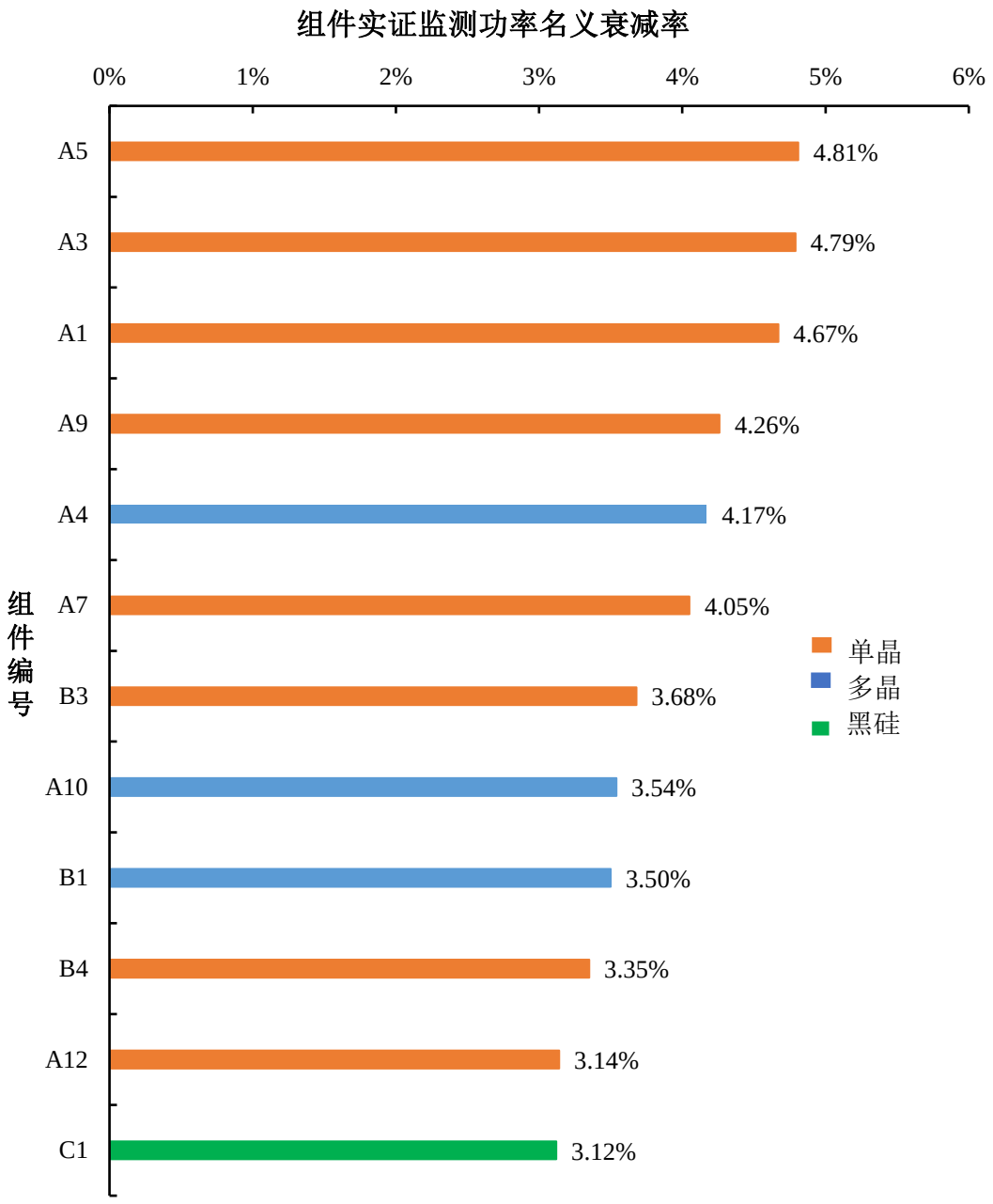

图 10　济宁基地组件实证监测功率名义衰减率

注：数据源自实证监测平台组件功率名义衰减率测算结果。

逆变器效率监测：根据济宁基地招标文件规定，基地所用逆变器最高转换效率不低于 99%。先进技术微型实证平台中，监测组串式逆变器 10 台，包括华为逆变器厂家送检容量 50kW 组串式逆变器 2 台，阳光电源逆变器厂家送检容量

50kW、500kW、630kW 组串式逆变器各 2 台，禾望逆变器厂家送检容量 1000kW 集散逆变器 2 台。选取济宁基地先进技术微型实证平台各类型逆变器本月有效数据值，计算各类型逆变器最高转换效率，详见表 6。

表 6 济宁基地先进技术微型实证平台逆变器主要指标监测结果

逆变器厂家	型号	逆变器类型	最高转换效率
华为	SUN2000-50KTL-C1	组串式逆变器	≥99%
阳光电源	SG500MX	集散式逆变器	≥99%
阳光电源	SG50KTL	组串式逆变器	≥99%
阳光电源	SG630-MV	组串式逆变器	≥99%
禾望	HPSP1000	集散式逆变器	≥99%

监测结果显示，逆变器实际运行效果均满足领跑基地相关要求。

能效比监测：本月济宁基地各项目能效比均值为 81.52%，2021 年累计能效比实测均值为 78.66%。详见表 7。

表 7 济宁基地运行能效比结果

序号	项目名称	系统效率		
		项目招商承诺能效比	项目运行实测	项目运行实测累计能效比
1	三峡新能源	81.00%	76.14%	73.38%
2	北控	81.00%	84.36%	84.74%
3	协鑫	81.00%	80.16%	80.53%
4	阳光电源	81.00%	80.44%	79.25%
5	华电	81.00%	87.60%	85.97%
6	华能	81.00%	82.50%	76.87%
7	晶科	81.00%	74.38%	69.32%
平均		**81.00%**	**81.52%**	**78.66%**

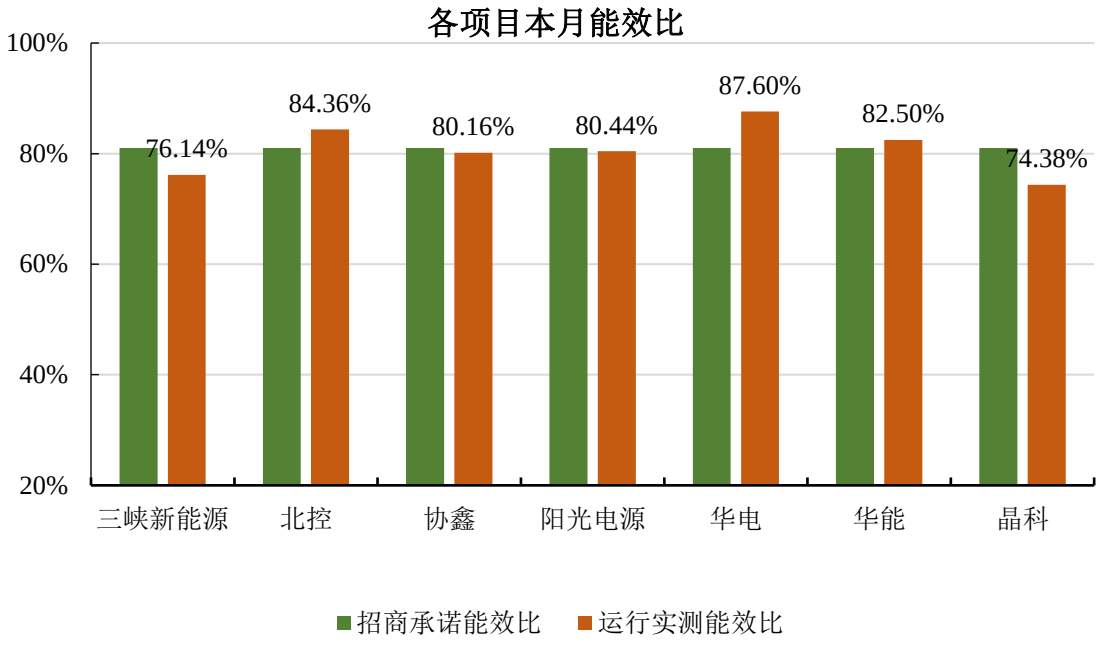

图 11　济宁基地各项目能效比对比

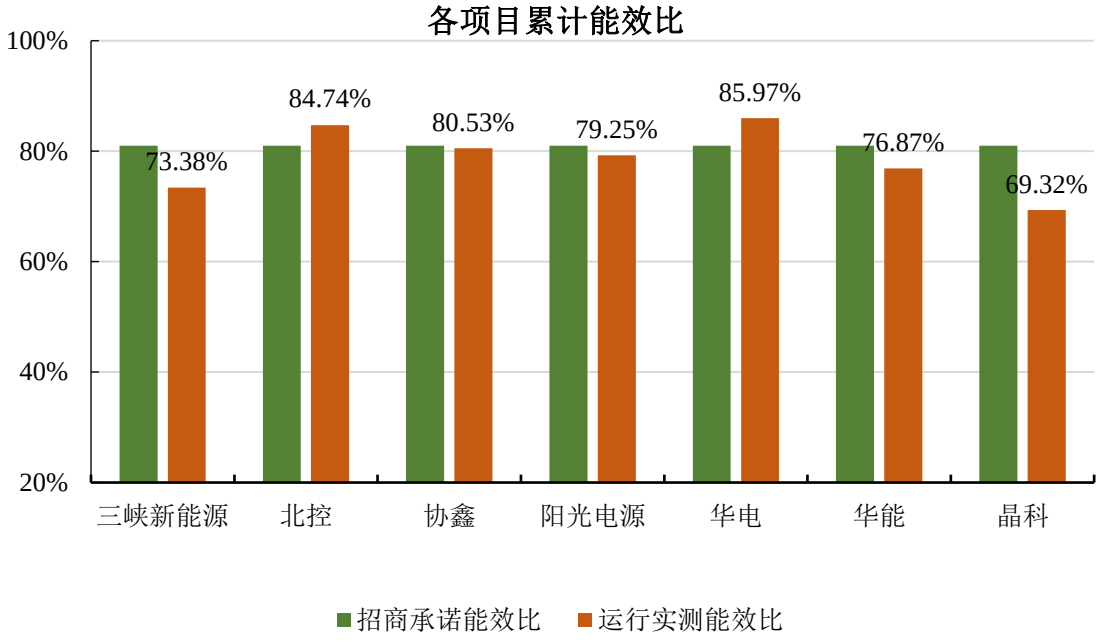

图 12　济宁基地各项目当年累计能效比对比

数据来源：济宁基地综合技术监测平台

五、总体评价

从总体运行情况来看，本月济宁基地各项目平均斜面辐

射量为 156kWh/m^2。本月基地总发电量为 6115 万千瓦时，环比降低 14.19%，满负荷利用小时数平均为 127 小时。

从运行指标监测结果来看，基地单晶组件运行监测效率均值为 17.51%，名义衰减率均值为 4.15%；单晶组件实证监测效率均值为 17.39%，名义衰减率均值为 4.20%。多晶组件运行监测效率均值为 16.35%，名义衰减率均值为 3.77%；多晶组件实证监测效率均值为 16.18%，名义衰减率均值为 3.51%。黑硅组件运行监测效率均值为 16.06%，名义衰减率均值为 3.54%；黑硅组件实证监测效率均值为 16.20%，名义衰减率均值为 3.12%。逆变器最高转换效率均≥99%。各项目能效比实测均值为 81.52%，2021 年累计能效比实测均值为 78.66%。监测结果显示，各项运行指标均基本满足领跑基地要求。部分类型组件名义衰减率偏高，建议持续关注相关设备运行状况。

六、重大事件

无

附件：月报数据说明

本报告由中国水利水电建设工程咨询有限公司编制，由济宁市能源局发布。报告针对济宁光伏发电应用领跑基地项目运行情况及关键设备运行指标进行了计算分析。其中，项目运行监测数据来源于中国水利水电建设工程咨询有限公司的济宁基地综合技术运行监测平台，实证监测数据来源于杭州新世纪电子科技有限公司的济宁基地光伏先进技术微型实证平台。数据来源和指标计算公式详见附表。

附表　月报指标数据来源和计算公式说明

月报指标	数据来源	数据说明
一、电站运行指标		
斜面辐射量	综合技术监测平台	数据采集状态：正常 数据采集频率：每 5 分钟一次 数据采集设备对象：太阳能资源监测系统
发电量	综合技术监测平台	数据采集状态：正常 数据采集频率：每 5 分钟一次 数据采集设备对象：电站关口表 按照当月和本年度累计值分别测算
满负荷利用小时数	综合技术监测平台	计算公式：满负荷利用小时数=发电量/装机容量，按照当月和本年度累计值分别测算。其中装机容量暂按企业上报容量为准，下一步待现场清点工作完成后，以现场清点结果为准
能效比	综合技术监测平台	计算公式：项目能效比=项目输入电网的电量/（项目组件实际装机容量×项目方阵面上的峰值日照时数）×100%。按照当月和本年度累计值分别测算
二、组件运行指标		
标称功率	组件厂商	由组件厂商铭牌值获得
初始功率	组件厂商	组件出厂功率，由组件厂商提供
项目运行监测功率	综合技术监测平台	由综合技术监测平台实时采集的最大输出功率。样本点选取原则　：本月内输出功率最大且辐照度接近 1000 W/m^2。
实证运行	先进技术	数据采集状态：正常

月报指标	数据来源	数据说明
监测功率	实证平台	数据采集频率：每 15 分钟一次 数据采集设备对象：光伏组件
标称效率	组件厂商	以组件厂商的组件说明书为准
项目运行监测名义转换效率	综合技术监测平台	计算公式：项目运行监测名义转换效率=项目运行监测组件最大输出功率监测值/（组件面积×1000 W/m^2）×100%
实证监测名义转换效率	先进技术实证平台	计算公式：实证监测名义转换效率=实证监测组件最大输出功率监测值/（组件面积×1000 W/m^2）×100%
项目运行监测名义衰减率	综合技术监测平台	计算公式：项目运行监测名义衰减率=（组件初始功率－项目运行监测组件最大输出功率）/组件初始功率×100%
实证监测名义衰减率	先进技术实证平台	计算公式：实证监测名义衰减率=（组件初始功率－实证监测组件最大输出功率）/组件初始功率×100%
月发电量	先进技术实证平台	数据采集状态：正常 数据采集频率：每 15 分钟一次 数据采集设备对象：光伏组件
日均满发小时数	先进技术实证平台	数据采集状态：正常 数据采集频率：每 15 分钟一次 数据采集设备对象：光伏组件 计算公式：组件日均满发小时数=组件月发电量/组件标称功率/当月天数
发电能效比	先进技术实证平台	数据采集状态：正常 数据采集频率：每 15 分钟一次 数据采集设备对象：光伏组件 计算公式：发电能效比=（组件月发电量/标称功率）/（组件月辐照量/1000 W/m^2）×100%
三、逆变器运行指标		
转换效率	先进技术实证平台	数据采集状态：正常 数据采集频率：每 5 分钟一次 数据采集设备对象：逆变器 计算公式：逆变器转换效率=逆变器输出功率/逆变器输入功率×100%

注：1.标称功率/效率需要在标准测试条件下（AM1.5、组件温度 25℃，辐照度 1000 W/m^2）根据检测结果进行计算，衰减率根据标准测试条件下的功率、效率等进行计算。

2.项目运行监测功率/名义转换效率/名义衰减率、实证监测功率/名义转换效率/名义衰减率是在实际运行工况下，根据综合技术运行监测平台、先进技术微型实证平台监测结果进行计算。其中，实证监测平台每月底对组件清洗一次，清洗前后分别计算了组件名义转换效率/名义衰减率，清洗前后组件实证监测功率

采集时的光照强度、温度等环境条件可能存在细微差异。